

阿蘇谷における平成 28 年熊本地震により生じたクラックのタイプ分類と地域別特徴

○福岡大学 学生会員 池田義迪
 福岡大学 正会員 村上 哲
 福岡大学 正会員 樋原弘貴

1. はじめに 平成 28 年熊本地震における阿蘇谷地域では、亀裂（クラック）や陥没が発生し、家屋や道路、農地へなど甚大な被害が生じた。地表面に段差を伴う深いクラックは帯状に 10km 程度、総クラック数 232 本が観測された^{1),2),3),4)}。クラックは帯状を形成し連続的なものと広い範囲で疎らに表れる不連続的なものがあり、地域別の地震時変位や堆積構造に依存していると考えられる。これらの関係を明らかにすることは当該市地域の今後の対策において極めて重要であると考えられる。そこで、本論文では地震前後における鉛直・水平変位やひずみ等の地表面変状を元に、阿蘇谷地域を 5 地区に分け、クラック特徴及び地域別の発生要因について調査した結果について報告する。

2. クラックのタイプ分け 当該地域で発生したクラックを国土地理院提供の空中写真を利用し、GIS を用いて判読を行った。判読結果はラインデータとして記録した。地表面の鉛直・水平変位は、島田政信ら行った干渉 SAR 解析結果を利用し、水平変位データからひずみを算出し、GIS 上でオーバーレイさせることにより解析を行った。解析はそれぞれのデータを目視により比較することで、クラック発生特徴の条件を分類し、タイプ分けを行った。地表面変状結果の例を図-1 に示す。全地域で、タイプ分けを行った結果が図-2 である。各タイプの特徴は下記の通りである。

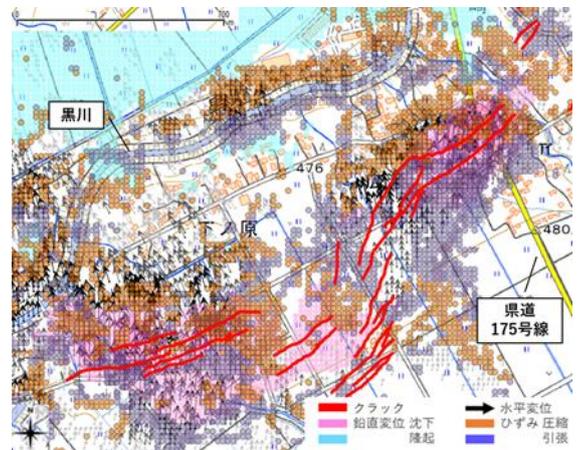


図-1 地表面変状結果（狩尾地域）

タイプ 1. 「水平変位が大きい」かつ「沈下の鉛直変位」かつ「変位ベクトルが小さくなるにつれて隆起の鉛直変位となる」

タイプ 2. 「水平変位が大きい」かつ「ひずみ分布が圧縮と引張の境界に位置する」

タイプ 3. タイプ 1 とタイプ 2 の双方の条件を満たしている。

タイプ 4. クラックの発生が他タイプの条件を満たしていない。（「水平変位が小さい」「鉛直変位の変化が小さい」等）

図-2 の結果から、地表面変位に関係が深いタイプ 3 と関係が浅いタイプ 4 の分布が多く見られることが確認され、一定の地域に連続的に生じているタイプ 3 と広い範囲で疎らに生じているタイプ 4 が見られる。加えて、その分布地域にも北東部と南西部に分かれる特徴的な傾向が見られると確認できる。以上の結果を踏まえてタイプ別の特徴と地域ごとの特徴を調査する。

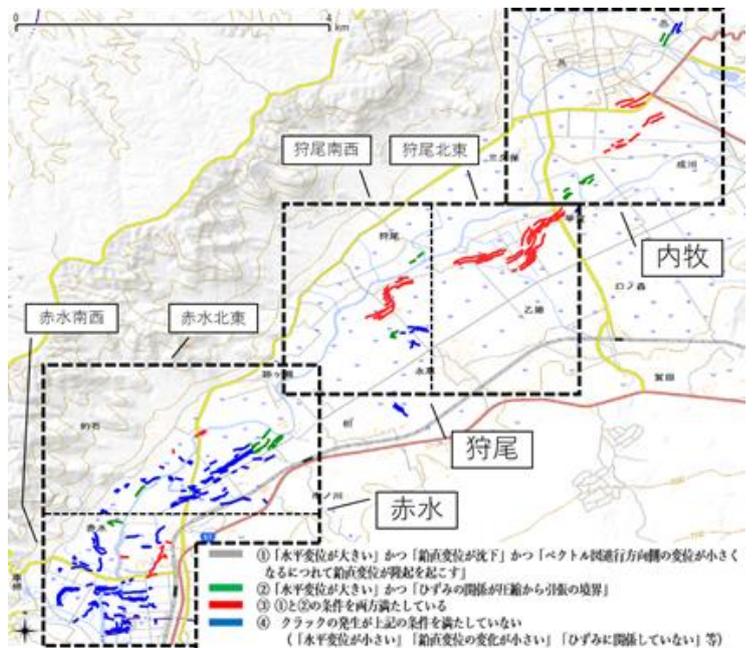


図-2 クラックタイプ分け結果

3. クラックのタイプ別及び地域別特徴 クラックのタイプ分け結果を利用し、クラックの長さや分布地域を算出し、タイプ別や地域別の被害特徴を確認する。確認結果が図-3、表-1 である。タイプ 1 のクラックは確認できな

ったため省略する。また、タイプ2はクラック数が25本と少ないため参考値としてみるのが望ましいと考える。

図-3はタイプ別のクラック長さを度数分布表で作成した後にグラフ化したものである。タイプ3とタイプ4を比較すると、タイプ4はクラックが長くなるに従って減少する右肩下がり傾向で短いものが多い。一方、タイプ3は「50m未満」のクラックが約10%と非常に少なく、他タイプでは少ない「100m以上」のクラックが約50%存在しており、比較的長いクラックが多い傾向にある。また、表-1は地域別にどのタイプのクラックが多いのかを表を利用し表す。「クラック数」「合計長さ」などから結果を読み取ると、タイプ3においては「内牧」「狩尾」、タイプ4は「赤水」の地域に密集していることが確認できる。

以上の結果から、当該地域のクラック発生の特徴としては、「内牧・狩尾」と「赤水」の地域で大きく違いがあることが確認された。また、その要因を調査するために、クラックの発生に深く関わると考えられる地盤堆積構造の把握が重要視されると考え、今後の課題として取り組む必要がある。

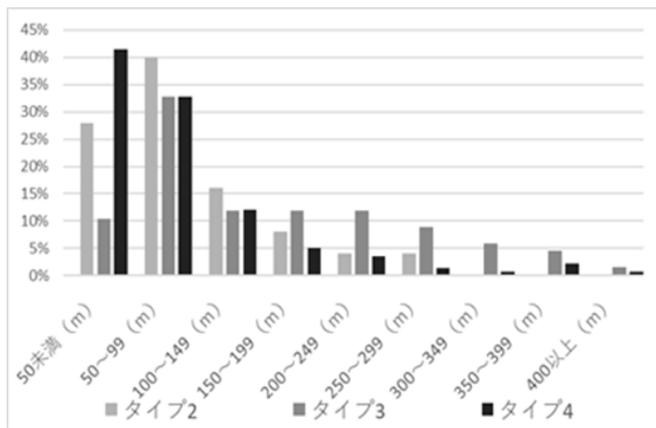


図-3 クラックタイプ別長さ

表-1 クラック定義別及び地域別区分

タイプ	地区	内牧	狩尾 北東	狩尾 南西	赤水 北東	赤水 南西	全体
タイプ2	クラック数(本)	2	6	5	10	2	25
	合計 (m)	249	526	274	1127	196	2372
	平均 (m)	124.5	87.7	54.8	112.7	98.0	94.9
タイプ3	クラック数(本)	2	33	15	3	7	67
	合計 (m)	1715	5638	2025	233	826	10437
	平均 (m)	190.6	170.8	135.0	77.7	118.0	155.8
タイプ4	クラック数(本)	3	1	8	61	67	140
	合計 (m)	298	35	919	4745	5876	11873
	平均 (m)	99.3	35.0	114.9	77.8	87.7	84.8

4. まとめ 本研究で得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 当該地域において、地表面に現れたクラックは地表面変位（鉛直・水平変位やひずみ）の特徴を参考にし、タイプ分けした結果、タイプ1～4の4種類に分類された。
- 2) 上記のタイプ分け結果をもとにクラック特徴と地域別の被害区分を行った結果、クラックは地表面変位に深い関係を示すものが連続的、浅い関係を示すものは不連続的かつ疎らと確認された。また、地域別に分けると、当該地域の北東部に位置する「内牧・狩尾」は関係性が深い連続的なクラックが8.5割、南西部に位置する「赤水」は関係が浅い不連続的かつ疎らなクラックが7割と多く見られる結果となった。
- 3) 当該地域において、タイプ分け及び地域別区分を行った結果から、「内牧・狩尾」と「赤水」によって特徴が明確に分かれているため、地域別地盤堆積構造の把握も行い、クラックの発生要因や地域別における共通点や相異点、特徴等の更なる関係性解明が必要だと考えられる。

【謝辞】 本研究は、JSPS 科研費基盤研究 (B) 17H03306 研究助成を受けて実施したものである。本研究を進めるに当たり、国土地理院より空中写真を、地表面変位データは東京電機大学島田政信教授により提供いただいた。付記して謝意を表します。

【参考文献】 1) 公益社団法人 地盤工学会 熊本地震地盤災害調査団：平成28年熊本地震地盤災害調査報告書、平成29年4月22日, pp.136-141 2) 安田ら：熊本地震で帯状に陥没した阿蘇市狩尾地区の変状調査、日本地震工学会第13回年次大会、P2-13, 2017. 3) 永瀬ら：熊本地震により阿蘇で発生した帯状陥没に関する地盤調査（その2）—陥没被害の状況と住民へのヒアリング調査—、第53回地盤工学研究発表会講演概要集、p.105-106、2018. 4) 島田ら：ALOS-2/PALSAR-2の3方位InSARを用いた熊本地震2016に伴う3次元地殻変動量の抽出と内牧地区を中心とした局所変動地域の調査、予稿集、日本リモートセンシング学会、平成29年度秋季大会、酪農大学, Nov.21&22, 2017, pp.145-148